

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-94672

(P2000-94672A)

(43)公開日 平成12年4月4日(2000.4.4)

(51)Int.Cl.⁷

B 41 J 2/045
2/055

識別記号

F I

B 41 J 3/04

データード(参考)

103A 2C057

審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平10-268787

(22)出願日

平成10年9月22日(1998.9.22)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 張 俊華

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100101236

弁理士 栗原 浩之

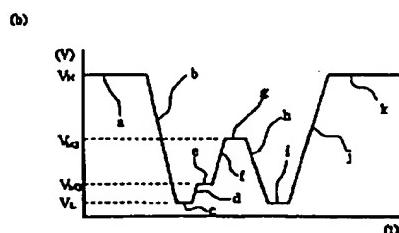
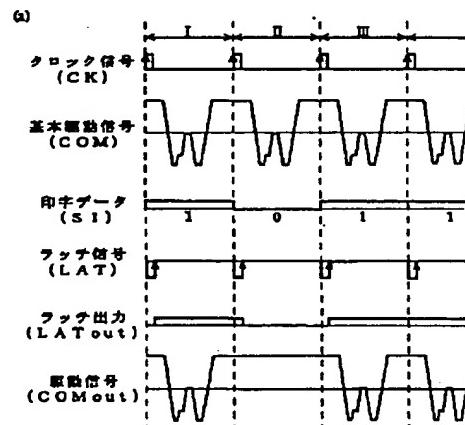
Fターム(参考) 20057 AF08 AG12 AG44 AG48 AM03
AM18 AR16 BA04 BA14

(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 インク滴の飛行速度を低下させることなく、
インク滴を構成するインク量を可及的に少なくしてグラ
フィック印刷に適したドットを形成することができるイ
ンクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェッ
ト式記録装置。

【解決手段】 圧力発生室を収縮させてノズル開口から
インクを吐出させる第1の収縮工程dの前に、圧力発生
室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準
備を行う準備工程bを具備し、準備工程bでの駆動信号
の印加時間が圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcの
1/2以下で、且つ第1の収縮工程dの収縮量が準備工
程bでの膨張量の50%以下にすることによって、グラ
フィック印刷に適したドットを形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を収縮させてインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第1の収縮工程の前に前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退せしめインク吐出の準備を行う準備工程を具備し、該準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下で、且つ前記第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の50%以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項2】 請求項1において、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項3】 請求項2において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から最も深く後退する時点t₂までの間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項4】 請求項2において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から
 $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3/4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項5】 請求項2において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から
 $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項6】 請求項1において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項7】 請求項1～6の何れかにおいて、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項8】 請求項7において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項9】 請求項7又は8において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

2

【請求項10】 ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を膨張又は収縮させて前記ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準備を行う準備工程と、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第1の収縮工程を実行し、前記準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下で、且つ第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の50%以下である駆動信号を前記圧電素子に出力する駆動手段とを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項11】 請求項10において、前記駆動手段は、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項12】 請求項11において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から最も深く後退する時点t₂までの間であることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項13】 請求項11において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から
 $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3/4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項14】 請求項11において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から
 $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項15】 請求項10において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項16】 請求項10～15の何れかにおいて、前記駆動手段は、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項17】 請求項16において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcであることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項18】 請求項16又は17において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備する

インクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項19】 請求項10～18の何れかにおいて、前記駆動手段が実行する一連の前記各工程の開始前後の状態では、前記圧電アクチュエータに所定の電圧が印加されていることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項20】 請求項10～19の何れかにおいて、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに所定の電圧を印加して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項21】 請求項10～20の何れかにおいて、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに印加した所定の電圧を解除して変形させることにより行うことを見特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部に振動板を介して圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて、圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものとの2種類が実用化されている。

【0003】前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるという利点を有する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、たわみモードの圧電アクチュエータは、縦振動モードの圧電アクチュエータと比較して大きな変位面積を必要として圧力発生室の容積が大きくなり、吐出するインク滴のインク量も多くなるため、グラフィック印刷等のように微小サイズのドット形成が困難であるという不都合を抱えている。

【0006】また、インク滴吐出後のメニスカスの振動

が次のインク滴吐出に影響するという問題もある。このような問題を解決するものとして、振動を抑えるための駆動方法を追加するものが提案されているが、全体の駆動方法が長くなり高周波数印刷に対応できないという問題がある。

【0007】本発明はこのような事情に鑑み、インク滴を構成するインク量を可及的に少なくし、且つ駆動周期を短く保ちつつインク吐出後のメニスカスの振動を回避することができるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様は、ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を収縮させてインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第1の収縮工程の前に前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させインク吐出の準備を行う準備工程を具備し、該準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下で、且つ前記第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の50%以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0009】かかる第1の態様では、小さなインク滴を効果的に吐出することができる。

【0010】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0011】かかる第2の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えて次のインク吐出に備えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0012】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から最も深く後退する時点t₂までの間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0013】かかる第3の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを有效地に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0014】本発明の第4の態様は、第2の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t₁から[t₁+(t₂-t₁)×3/4]の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0015】かかる第4の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0016】本発明の第5の態様は、第2の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0017】かかる第5の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0018】本発明の第6の態様は、第1の態様において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0019】かかる第6の態様では、インク吐出後ゆるやかに基準状態に戻る。

【0020】本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるよう前に前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0021】かかる第7の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【0022】本発明の第8の態様は、第7の態様において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期 T_c であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0023】かかる第8の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【0024】本発明の第9の態様は、第7又は8の態様において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0025】かかる第9の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【0026】本発明の第10の態様は、ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を膨張又は収縮させて前記ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準備を行う準備工程と、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からイ

ンクを吐出させる第1の収縮工程を実行し、前記準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ 以下で、且つ第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の 50% 以下である駆動信号を前記圧電素子に出力する駆動手段とを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0027】かかる第10の態様では、小さなインク滴を効果的に吐出することができる。

【0028】本発明の第11の態様は、第10の態様において、前記駆動手段は、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0029】かかる第11の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えて次のインク吐出に備えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0030】本発明の第12の態様は、第11の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から最も深く後退する時点 t_2 までの間であることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0031】かかる第12の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0032】本発明の第13の態様は、第11の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3/4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0033】かかる第13の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0034】本発明の第14の態様は、第11の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【0035】かかる第14の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【0036】本発明の第15の態様は、第10の態様において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0037】かかる第15の態様では、インク吐出後ゆるやかに既定の状態に戻る。

【0038】本発明の第16の態様は、第10～15の何れかの態様において、前記駆動手段は、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0039】かかる第16の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【0040】本発明の第17の態様は、第16の態様において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcであることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0041】かかる第17の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【0042】本発明の第18の態様は、第16又は17の態様において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録装置にある。

【0043】かかる第18の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【0044】本発明の第19の態様は、第10～18の何れかの態様において、前記駆動手段が実行する一連の前記各工程の開始前後の状態では、前記圧電アクチュエータに所定の電圧が印加されていることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0045】かかる第19の態様では、圧電素子への電圧の印加又は解除による変形により、圧力発生室を収縮させ、インクを吐出する。

【0046】本発明の第20の態様は、第10～19の何れかの態様において、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに所定の電圧を印加して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0047】かかる第20の態様では、圧電素子への電圧の印加により膨張させた圧力発生室を、電圧の解除により収縮させることにより、インクを吐出する。

【0048】本発明の第21の態様は、第10～20の何れかの態様において、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに印加した所定の電圧を解除して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0049】かかる第21の態様では、圧電素子への電圧の印加により膨張させた圧力発生室を、電圧の解除により収縮させることにより、インクを吐出する。

【0050】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0051】(実施形態1) 図1には、本実施形態のインクジェット式記録装置の概略構成を示す。図1に示すように、インクジェット式記録装置は、プリンタコントローラ101とプリントエンジン102とから概略構成してある。

【0052】プリンタコントローラ101は、外部インターフェース103(以下、外部I/F103という)と、各種データを一時的に記憶するRAM104と、制御プログラム等を記憶したROM105と、CPU等を含んで構成した制御部106と、クロック信号を発生する発振回路107と、インクジェット式記録ヘッド108へ供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路109と、駆動信号や印刷データに基づいて展開されたドットパターンデータ(ビットマップデータ)等をプリントエンジン102に送信する内部インターフェース110(以下、内部I/F110という)とを備えている。

【0053】外部I/F103は、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータ等によって構成される印刷データを、図示しないホストコンピュータ等から受信する。また、この外部I/F103を通じてビジー信号(BUSY)やアクノレッジ信号(ACK)が、ホストコンピュータ等に対して出力される。

【0054】RAM104は、受信バッファ111、中間バッファ112、出力バッファ113、及び、図示しないワークメモリとして機能する。そして、受信バッファ111は外部I/F103によって受信された印刷データを一時的に記憶し、中間バッファ112は制御部106が変換した中間コードデータを記憶し、出力バッファ113はドットパターンデータを記憶する。なお、このドットパターンデータは、階調データをデコード(翻訳)することにより得られる印字データによって構成している。なお、後述するように、本実施形態における印字データは4ビットの信号により構成してある。

【0055】また、ROM105には、各種データ処理を行わせるための制御プログラム(制御ルーチン)の他に、フォントデータ、グラフィック関数等を記憶させてある。

【0056】制御部106は、受信バッファ111内の印刷データを読み出すと共に、この印刷データを変換して得た中間コードデータを中間バッファ112に記憶させる。また、中間バッファ112から読み出した中間コードデータを解析し、ROM105に記憶させているフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して、中間コードデータをドットパターンデータに展開する。そして、制御部106は、必要な装飾処理を施した後に、この展開したドットパターンデータを出力バッファ113に記憶させる。

【0057】そして、インクジェット式記録ヘッド108の1行分に相当するドットパターンデータが得られたならば、この1行分のドットパターンデータは、内部I/F110を通じてインクジェット式記録ヘッド108に出力される。また、出力バッファ113から1行分のドットパターンデータが出力されると、展開済みの中間コードデータは中間バッファ112から消去され、次の中間コードデータについての展開処理が行われる。

【0058】プリントエンジン102は、インクジェット式記録ヘッド108と、紙送り機構114と、キャリッジ機構115とを含んで構成してある。

【0059】紙送り機構114は、紙送りモータと紙送りローラ等から構成してあり、記録紙等の印刷記憶媒体をインクジェット式記録ヘッド108の記録動作に連動させて順次送り出す。即ち、この紙送り機構114は、印刷記憶媒体を副走査方向に相対移動させる。

【0060】キャリッジ機構115は、インクジェット式記録ヘッド108を搭載可能なキャリッジと、このキャリッジを主走査方向に沿って走行させるキャリッジ駆動部とから構成してあり、キャリッジを走行させることによりインクジェット式記録ヘッド108を主走査方向に移動させる。なお、キャリッジ駆動部は、タイミングベルトを用いたもの等、キャリッジを走行させ得る機構であれば任意の構成を探り得る。

【0061】インクジェット式記録ヘッド108は、副走査方向に沿って多数のノズル開口を有し、ドットパターンデータ等によって規定されるタイミングで各ノズル開口からインク滴を吐出する。

【0062】以下、かかるインクジェット式記録ヘッド108について詳細に説明する。まず、要部断面を示す図3を参照して、インクジェット式記録ヘッド108の機械的構成について説明する。

【0063】図示するように、圧力発生室を形成する基板となるスペーサ1は、例えば、150μm程度の厚みを有するジルコニア(ZrO₂)などのセラミックス板で、圧力発生室2となる貫通孔を形成して構成される。

【0064】スペーサ1の一方面は、例えば、厚さ10μmのジルコニアの薄板からなる弾性板3により封止され、弾性板3の表面には下電極4が形成されている。また、下電極4の上には、圧力発生室2毎に独立して圧電体層5が固定されている。この圧電体層5は、圧電材料からなるグリーンシートを貼付したり、圧電材料をスパッタリングする等の方法により形成される。さらに、各圧電体層5の表面には、それぞれ上電極6が形成されている。従って、下電極4と、各圧力発生室2毎に設けられた圧電体層5上の上電極6との間に、印刷データに基づいて電圧を印加することにより、各圧電体層5は弾性板3と共にたわみ変形する。

【0065】スペーサ1の他方面は、厚さ150μmのジルコニアの薄板からなるインク供給口形成基板7によ

り封止されている。インク供給口形成基板7は、ノズルプレートのノズル開口と圧力発生室2とを接続するノズル連通孔8と、後述するリザーバ11と圧力発生室2とを接続するインク供給口9を穿設して構成されている。

【0066】一方、リザーバ形成基板10は、インク流路を構成するに適した、例えば、150μmのステンレス鋼などの耐食性を備えた板材に、外部のインクタンクからインクの供給を受けて圧力発生室2にインクを供給するリザーバ11と、圧力発生室2と後述するノズル開口13とを連通するノズル連通孔12とを有する。リザーバ形成基板10のスペーサ1の反対側は、圧力発生室2と同一の配列ピッチでノズル開口13が形成されたノズルプレート14により封止されている。

【0067】ここで、上述したセラミックス製の各部材は積層された後焼結されて一体的に形成されており、リザーバ形成基板10及びノズルプレート14は、接着剤層15及び16を介して固着されている。なお、リザーバ形成基板10及びノズルプレート14もセラミックスとして一体的に形成することもできる。

【0068】このように形成されたインクジェット式記録ヘッド108は、各圧力発生室12に対向してたわみ振動モードの圧電素子18を有する。また、この圧電素子18には、図示しないフレキシブルケーブルを介して電気信号、例えば、後述する駆動信号(COM)や印字データ(SI)等を供給する。

【0069】そして、このような構成を有するインクジェット式記録ヘッド108では、充電されることにより圧電素子18は下に凸にたわみ変形して圧力発生室2が収縮する。この収縮に伴って圧力発生室2におけるインク圧力が高くなる。一方、放電することにより圧電素子18のたわみ変形が引き戻され、収縮した圧力発生室2が膨張する。この膨張に伴ってリザーバ11のインクがインク供給口9を通って圧力発生室31内に流入する。このように、圧電素子18を充放電させることにより圧力発生室2の容積が変化するので、各圧電素子18に対して充放電を制御することにより、所望のノズル開口13から所望の大きさのインク滴を吐出させることができる。

【0070】次に、このインクジェット式記録ヘッド108の電気的構成について説明する。

【0071】このインクジェット式記録ヘッド108は、図1に示すように、シフトレジスタ141、ラッチ回路142、レベルシフタ143、スイッチ144及び圧電素子18等を備えている。さらに、図2に示すように、これらのシフトレジスタ141、ラッチ回路142、レベルシフタ143、スイッチ144及び圧電素子18は、それぞれ、インクジェット式記録ヘッド108の各ノズル開口13毎に設けたシフトレジスタ素子141A～141N、ラッチ素子142A～142N、レベルシフタ素子143A～143N、スイッチ素子144

A～144N、圧電素子18A～18Nから構成してあり、シフトレジスタ141、ラッチ回路142、レベルシフタ143、スイッチ144、圧電素子18の順で電気的に接続してある。

【0072】なお、これらのシフトレジスタ141、ラッチ回路142、レベルシフタ143及びスイッチ144は、駆動信号発生回路109が発生した駆動信号から駆動パルスを生成する。ここで、駆動パルスとは実際に圧電素子18に印加される印加パルスのことであり、そして、駆動信号とは駆動パルスを生成するために必要な元波形により構成される一連のパルス信号（元駆動パルス）のことである。また、スイッチ144はスイッチ手段としても機能する。

【0073】このような電気的構成を有するプリントヘッド108では、図4(a)に示すように、発振回路107からのクロック信号(CK)に同期して、ドットパターンデータを構成する印字データ(SI)が出力バッファ113からシフトレジスタ141へシリアル伝送され、順次セットされる。この場合、まず、全ノズル開口13の印字データにおける最上位ビットのデータがシリアル伝送され、この最上位ビットのデータシリアル伝送が終了したならば、上位から2番目のビットのデータがシリアル伝送される。以下同様に、下位ビットのデータが順次シリアル伝送される。

【0074】そして、当該ビットの印字データが全ノズル分シフトレジスタ素子141A～141Nにセットされたならば、制御部106は、所定のタイミングでラッチ回路142へラッチ信号(LAT)を出力させる。このラッチ信号により、ラッチ回路142は、シフトレジスタ141にセットされた印字データをラッチする。このラッチ回路142がラッチした印字データ(LATout)は、電圧増幅器であるレベルシフタ143に印加される。このレベルシフタ143は、印字データが例えば「1」の場合に、スイッチ144が駆動可能な電圧値、例えば、数十ボルトまでこの印字データを昇圧する。そして、この昇圧された印字データはスイッチ素子144A～144Nに印加され、スイッチ素子144A～144Nは、当該印字データにより接続状態になる。

【0075】そして、各スイッチ素子144A～144Nには、駆動信号発生回路109が発生した駆動信号(COM)も印加されており、スイッチ素子144A～144Nが接続状態になると、このスイッチ素子144A～144Nに接続された圧電素子18A～18Nに駆動信号が印加される。

【0076】このように、例示したインクジェット式記録ヘッド108では、印字データによって圧電素子18に駆動信号を印加するか否かを制御することができる。例えば、印字データが「1」の期間においてはラッチ信号(LAT)によりスイッチ144が接続状態となるので、駆動信号(COMout)を圧電素子18に供給す

ることができ、この供給された駆動信号(COMout)により圧電素子18が変位(変形)する。また、印字データが「0」の期間においてはスイッチ144が非接続状態となるので、圧電素子18への駆動信号の供給は遮断される。なお、この印字データが「0」の期間において、各圧電素子18は直前の電荷を保持するので、直前の変位状態が維持される。

【0077】図4(b)に詳細を示す駆動信号(COMout)の波形の一例は、より少ないインク滴を吐出させるのに適した駆動波形である。この駆動信号は、下電極4と上電極6との間の電圧を、印字状態に入る前に0Vから最高電圧V_H、例えば、30V程度にゆっくり立ち上げて維持して、圧力発生室2が最も膨張した状態を保持する第1のホールド工程aを有する。なお、この駆動信号は、この最高電圧V_Hから始まり、後述するように印字中、必要に応じて所定の電圧を印加し、印字終了後に最高電圧V_Hから0Vに電圧を下げる。

【0078】次に、駆動波形は、両電極間の電圧を最低電圧V_L、例えば0V程度に下げて、図5(a)に示すようにノズル開口13のメニスカス101aを圧力発生室2側に最大限に急峻に引き込む準備工程bと、この状態を保持してインク滴の吐出のタイミングを図る第2のホールド工程cとを有する。

【0079】続いて、駆動波形は、第1の収縮工程dで両電極間の電圧を第3中間電圧V_{M3}、例えば5V程度に上げて、圧力発生室2を収縮させる。この工程では、図5(b)に示すように、メニスカス101bの引き込みの反動と、引き込み量の50%以下と小さい収縮を圧力発生室2に与えることによって小さなインク滴を吐出させる。また、準備工程bと第1の収縮工程dの間の第2のホールド工程cの保持時間は、両者の力が足されてインク滴吐出速度が最も大きくなるように設定される。

【0080】そして、駆動波形は、第1の収縮工程dの後、第3のホールド工程eを経て、両電極間の電圧を第2中間電圧V_{M2}、例えば15V程度に上げて、圧力発生室2を収縮させる第2の収縮工程fを有する。この工程では、図5(c)に示すように、第1の収縮工程dの反動によるメニスカス101cの引き込みが低減される。

【0081】次に、駆動波形は、第2の収縮工程fの後、第4のホールド工程gを経て、両電極間の電圧を最低電圧V_Lに下げて図5(d)に示すメニスカス101dの振動を抑える第1の膨張工程hを有する。

【0082】その後、第5のホールド工程iを経て、第3の収縮工程jで再び両電極間の電圧を最高電圧V_Hに上げて、圧力発生室2が最も収縮した状態を保持するホールド工程kを有する。

【0083】以上説明した駆動波形によると、インク滴を吐出させる第1の収縮工程dの後に第2の収縮工程fを有するので、第1の収縮工程dの後に引き込まれるメニスカス101cの引き込みを低減することができ、ノ

ズルからの気泡の混入などを排除でき、吐出の安定性を大幅に改善できる。

【0084】また、このように小さなインク滴を吐出するための条件は、準備工程bで圧力発生室2を急峻に膨張させると共に第1の収縮工程dで膨張量の50%以下の収縮量でインクを吐出させることにある。

【0085】したがって、準備工程bでの駆動信号の印加時間が、前記圧力発生室2のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下であることが好ましく、第1の収縮工程dでの駆動信号の印加時間及び前記第2の収縮工程fでの駆動信号の印加時間は、それぞれ圧力発生室2のヘルムホルツ振動周期Tcの1/3以下であるのが好ましい。第1の収縮工程dが開始されてから第2の収縮工程fが開始されるまでの時間は、前記圧力発生室2のヘルムホルツ振動周期Tc以下であるのが好ましく、さらに好ましくはTcの1/4から3/4の間である。

【0086】また、第1の収縮工程dの収縮量は、準備工程bでの膨張量の50%以下、好ましくは45%である。

【0087】一方、第2の収縮工程fは、インク吐出後のメニスカスの引き込みを低減するためのものである。したがって、第2の収縮工程fの開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から最も深く後退する時点t2までの間である。好ましくはt1から[t1+(t2-t1)×3/4]までの間、さらに好ましくは、t1から[t1+(t2-t1)/2]までの間である。このような時点で第2の収縮工程fを開始すれば、メニスカスの引き込みを有効に抑えることができる。

【0088】また、本実施形態では、第2の収縮工程fの後に第1の膨張工程hを有することにより、吐出後のメニスカスの振動を抑制している。

【0089】ここで、第1の収縮工程dが開始されてから第1の膨張工程hが開始されるまでの時間は、圧力発生室2のヘルムホルツ振動周期Tcと実質的に同一、すなわちTcの整数倍とすると効果が大きい。また、第1の膨張工程hの開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが最も深く後退する時点とするのが好ましい。さらにまた、第1の膨張工程hの駆動信号の印加時間は、前記圧力発生室2のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下であるのが好ましい。これは、有効に振動を抑えるためである。

【0090】また、このような駆動方法は、駆動信号の波形の種類を制限するものではなく、図示した台形波形の他、矩形の波形などでもよい。

【0091】また、本発明の駆動方法を実現できるインクジェット式記録ヘッドの構造も特に限定されない。例えば、セラミック基板の代わりに、シリコン基板に薄膜プロセスで圧電アクリュエータを形成するとともに異方性エッチングにより圧力発生室を形成したインクジェッ

ト式記録ヘッドにも適応できるし、また、ノズル開口の位置、リザーバの位置などのインク供給の構造なども特に限定されない。

【0092】(実施形態2) 図6は、実施形態2に係る駆動信号の波形である。

【0093】この駆動波形は、下電極4と上電極6との間の電圧を第2中間電圧VM2、例えば15V程度に維持して、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第1のホールド工程a1を有する。準備工程b1から第4のホールド工程gまでは実施形態1と同様であるが、第1の膨張工程h1で再び両電極間の電圧を第2中間電圧VM2に上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程k1を有する。

【0094】この実施形態でも、小さなインク滴を高速で吐出することができると共に、インク吐出後のメニスカスの振動を防止することができることにかわりはない。また、この場合、第2中間電圧VM2から始まり、終わるので、駆動信号が印加されない場合、中間の電圧しか印加されず、実施形態1に比べて印加電圧が低く、圧電素子の信頼性及び長寿命に効果がある。

【0095】(実施形態3) 図7は、実施形態3に係る駆動信号の波形である。

【0096】この駆動波形は、下電極4と上電極6との間の電圧を第2中間電圧VM2、例えば15V程度に維持して、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第1のホールド工程a2を有し、その後、準備の収縮工程b21で両電極間の電圧を最高電圧VH、例えば30V程度に上げ、圧力発生室2が最も膨張した状態に保持する準備のホールド工程b22を経て、両電極間の電圧を最低電圧VL、例えば0V程度に下げる準備の膨張工程b23を行うものである。さらに、第2の収縮工程f2で両電極間の電圧を最高電圧VHに上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態を保持する第4のホールド工程g2を経て、第1の膨張工程h2で再び両電極間の電圧を第2中間電圧VM2に下げて、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程k2を有する。

【0097】この実施形態でも、準備の膨張工程b23を急峻に行うと共に第1の収縮工程dをその膨張量の50%以下とすることにより、小さなインク滴を高速で吐出することができる。また、第2の収縮工程f2により、インク吐出後のメニスカスの振動を防止することができる。この実施形態では、実施形態2に比べ、準備の膨張工程b23の電圧差が大きく、メニスカスを大きく圧力発生室2側へ引き込むことができるため、より小さなインク滴を得ることができる。(実施形態4) 図8は、実施形態4に係る駆動信号の波形である。

【0098】この駆動波形は、第3のホールド工程eまでは実施形態1と同様であるが、第2の収縮工程f3

で、下電極4と上電極6との間の電圧を最高電圧 V_H に上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態を保持するホールド工程k3を有する。

【0099】この実施形態では、小さなインク滴を高速で吐出することができると共に、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えることができる。なお、本実施形態は、実施形態1に比べ駆動波形のカーブが少なく、始点から終点までの時間も短いが、インク粘度が高い場合には、この波形で振動抑えも十分である。

【0100】(実施形態5) 図9は、実施形態5に係る駆動信号の波形である。

【0101】この駆動波形は、下電極4と上電極6との間の電圧を第2中間電圧 V_{M2} 、例えば15V程度に維持し、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第1のホールド工程a4を有し、その後、準備工程b4で両電極間の電圧を最低電圧 V_L 、例えば0V程度に下げて、第2のホールド工程cを行なう。次に、第1の収縮工程dで両電極間の電圧を第3中間電圧 V_{M3} 、例えば5V程度に上げてインク滴を吐出させた後、両電極間の電圧を第4中間電圧 V_{M4} 、例えば10V程度に上げて第2の収縮工程f4を連続的に行なう。その後、第1の膨張工程h4で両電極間の電圧を最低電圧 V_L に下げ、第5のホールド工程iを経て、第3の収縮工程j4で両電極間の電圧を第2中間電圧 V_{M2} に上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程k4を有する。

【0102】この実施形態も、第1の収縮工程dを準備工程b4の膨張量の50%以下とすることにより、小さなインク滴を高速で吐出することができる。また、インク吐出後の第2の収縮工程f4は上述した実施形態のようにインク吐出後のメニスカスの振動を防止するものではないが、第1の膨張工程h4、第5のホールド工程i、及び第3の収縮工程j4によりインク吐出後のメニスカスの振動を防止することができる。

【0103】(実施形態6) 図10は、実施形態6に係る駆動信号の波形である。

【0104】この駆動波形は、実施形態5と同様、下電極4と上電極6との間の電圧を第2中間電圧 V_{M2} 、例えば15V程度に維持し、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第1のホールド工程a5を有し、その後、準備工程b5で両電極間の電圧を最低電圧 V_L 、例えば0V程度に下げて、第2のホールド工程cを行なう。次に、第1の収縮工程dで両電極間の電圧を第3中間電圧 V_{M3} 、例えば5V程度に上げてインク滴を吐出させた後、第1の膨張工程h5のタイミングを図るために第4のホールド工程g5を行い、第1の膨張工程h5で両電極間の電圧を最低電圧 V_L に下げる。続いて、第5のホールド工程iの後、第3の収縮工程j5で両電極間の電圧を第2中間電圧 V_{M2} に上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の

略中間を保持するホールド工程k5を有する。

【0105】この実施形態は基本的には実施形態5と同様であり、小さなインク滴を高速で吐出することができると共に、インク吐出後のメニスカスの振動を防止することができることにかわりはない。

【0106】(他の実施形態)以上、説明した各実施形態では、インク吐出後のメニスカスの引き込み防止、又は振動防止を計っているが、本発明はこれに限定されるものではなく、インク吐出後自然にゆるやかに基準状態に戻すようにしてもよい。

【0107】また、本発明は、たわみ変位型圧電アクチュエータによるインクジェット式記録ヘッドに限定されず、縦変位型インクジェット式記録ヘッドの駆動にも適用できる。

【0108】図11には、縦振動型圧電アクチュエータを有するインクジェット式記録ヘッドの一例を示す。図示するように、スペーサ21には、圧力発生室22が形成され、スペーサ21の両側は、ノズル開口23を有するノズルプレート24と、振動板25とにより封止されている。また、スペーサ21には、圧力発生室22にインク供給口26を介して連通するリザーバ27が形成されており、リザーバ27には、図示しないインクタンクが接続される。

【0109】一方、振動板25の圧力発生室22とは反対側には、圧電素子28の先端が当接している。圧電素子28は、圧電材料29と、電極形成材料30及び31とを交互にサンディッチ状に挟んで積層構造になるよう構成され、振動に寄与しない不活性領域が固定基板32に固定されている。なお、固定基板32と、振動板25、スペーサ21及びノズルプレート24とは、基台33を介して一体的に固定されている。

【0110】このように構成されたインクジェット式記録ヘッドは、圧電素子28の電極形成材料30及び31に電圧が印加されると、圧電素子28がノズルプレート24側に伸張するから、振動板25が変位し、圧力発生室22の容積が圧縮される。従って、例えば、予め電圧を除去した状態から電圧を30V程度印加し、圧電素子28を収縮させてインクをリザーバ27からインク供給口26を介して圧力発生室22に流れ込ませることができる。

【0111】よって、係るインクジェット式記録ヘッドを駆動する場合でも、上述した駆動方法を用いることにより、速度を低下させることなく、比較的小さなインク滴を吐出することができる。

【0112】また、以上説明したインクジェット式記録ヘッドでは、電圧を印加することにより、圧力発生室を収縮させるものを例示したが、電圧を印加することによ

り、圧力発生室を膨張させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にも本発明の駆動方法を適用することができる。

【0113】このような構造のインクジェット式記録ヘッドの一例を図12に示す。図12のインクジェット式記録ヘッドは、図11の圧電素子28の代わりに圧電素子28Aを有する以外は同様な構造を有する。圧電素子28Aは、圧電体材料29Aの中に電極形成材料30A及び31Aを交互に縦に配置して積層したものである。従って、両電極型性材料30A及び31Aに電圧を印加すると圧電素子28Aが収縮して圧力発生室22が膨張し、この状態から電圧の印加を解除すると圧力発生室22が収縮し、ノズル開口23からインク滴を吐出させることができる。上述した駆動方法の収縮及び膨張の際の電圧の印加及び解除を逆に行うことにより、同様な駆動方法を実施できる。

【0114】図13、14には、係るインクジェット式記録ヘッドでの駆動信号の例を示す。図13、図14は、図4及び図6～図10に対応し、同様の作用を有する工程には同じ符号を付して説明は省略する。この場合に異なるのは、例えば、準備工程b及び第1の膨張工程hでは、上述した場合と異なって電圧を印加し、逆に、例えば、第1の収縮工程dでは、電圧の印加を解除するという点であり、作用効果は上述した場合と同様である。

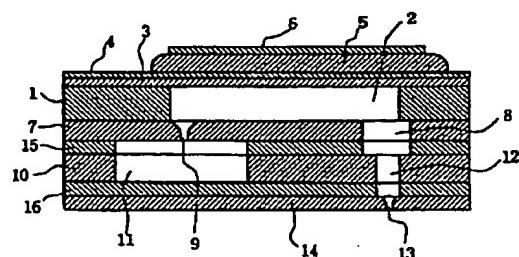
【0115】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、収縮工程の変化量が準備工程での膨張量の50%以下であるため、インク滴の飛行速度を低下させることなく、インク滴を構成するインク量を可及的に少なくしてグラフィック印刷に適したドットを形成することができ、且つ残留振動を大幅に低減するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】



【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの回路構成を示す回路図である。

【図3】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図4】本発明の実施形態1に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。

【図5】ノズル開口から吐出されるインク滴の形状を示す断面図である。

【図6】本発明の実施形態2に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。

【図7】本発明の実施形態3に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。

【図8】本発明の実施形態4に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。

【図9】本発明の実施形態5に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。

【図10】本発明の実施形態6に係る駆動信号の波形の他の例を示す図である。

【図11】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。

【図12】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの例を示す断面図である。

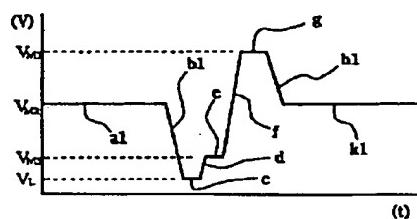
【図13】本発明の他の実施形態に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。

【図14】本発明の他の実施形態に係る駆動信号の波形の一例を示す図である。

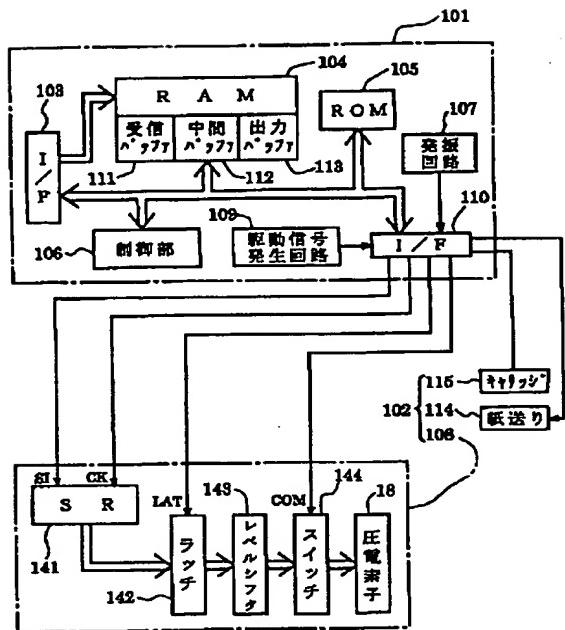
【符号の説明】

- 1 スペーサ
- 2 圧力発生室
- 3 弹性板
- 5 圧電体層
- 7 インク供給口形成基板
- 11 リザーバ
- 13 ノズル開口

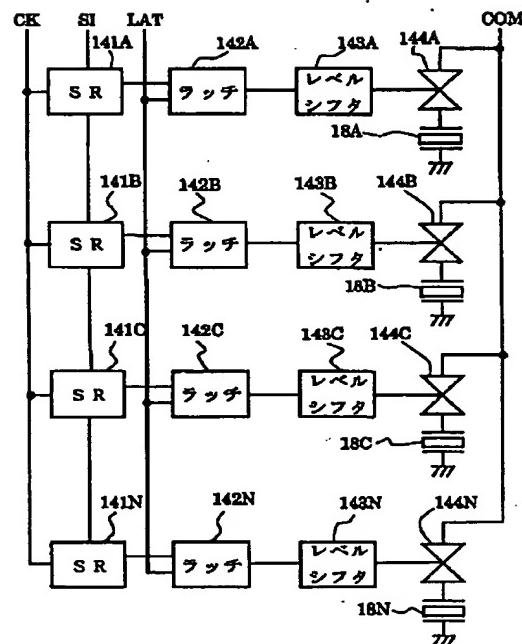
【図6】



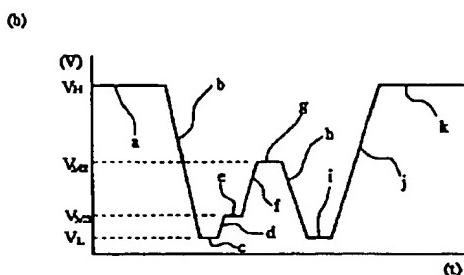
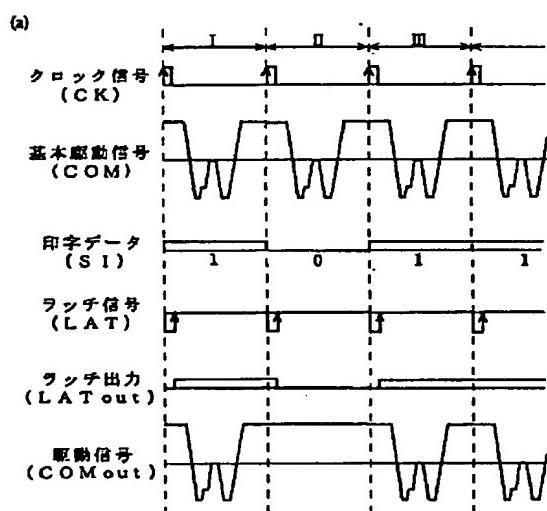
【図1】



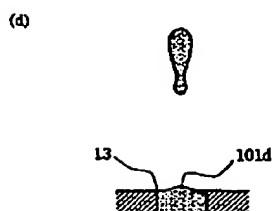
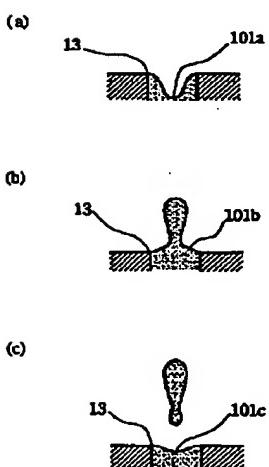
【図2】



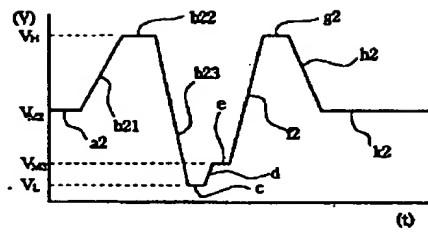
【図4】



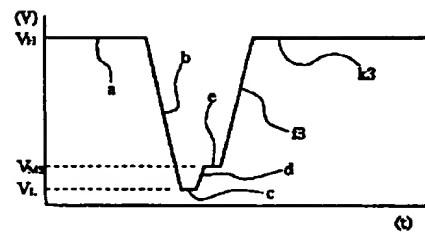
【図5】



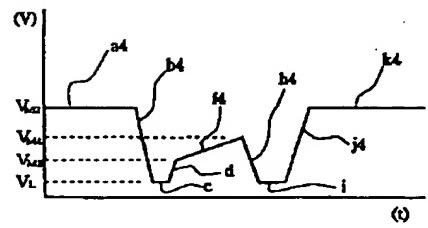
【図7】



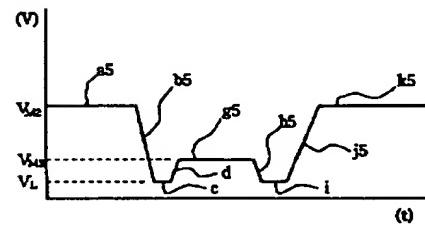
【図8】



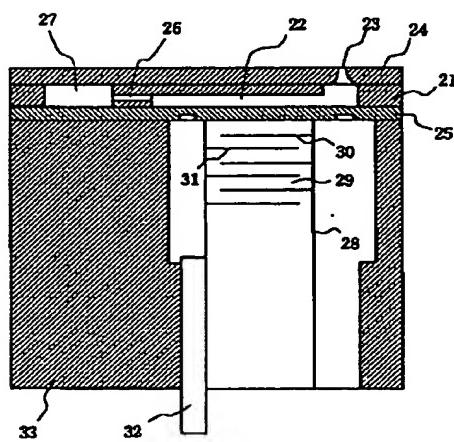
【図9】



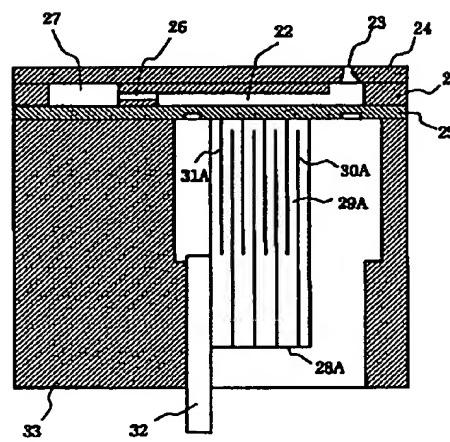
【図10】



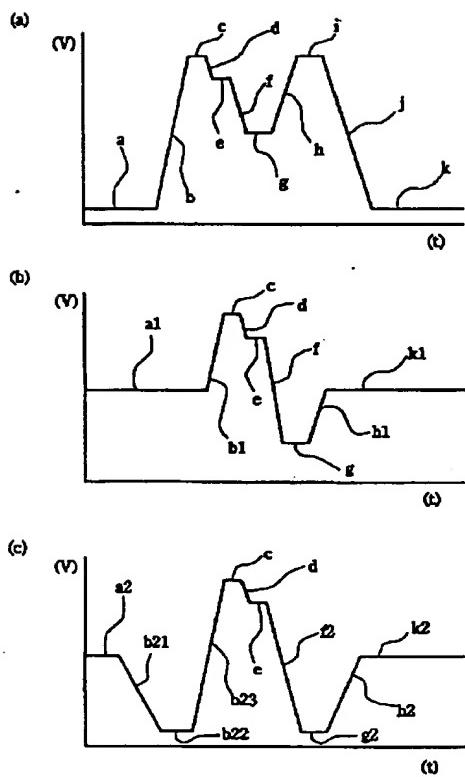
【図11】



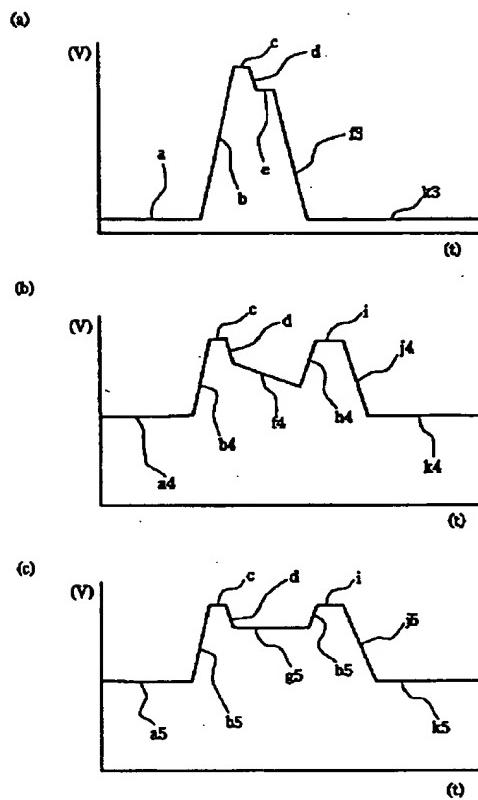
【図12】



【図13】



【図14】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第4区分

【発行日】平成13年11月6日 (2001. 11. 6)

【公開番号】特開2000-94672 (P2000-94672A)

【公開日】平成12年4月4日 (2000. 4. 4)

【年通号数】公開特許公報12-947

【出願番号】特願平10-268787

【国際特許分類第7版】

B41J 2/045

2/055

【F I】

B41J 3/04 103 A

【手続補正書】

【提出日】平成13年4月9日 (2001. 4. 9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を収縮させてインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法において、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第1の収縮工程の前に前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させインク吐出の準備を行う準備工程を具備し、該準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下で、且つ前記第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の50%以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項2】 請求項1において、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項3】 請求項2において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から最も深く後退する時点t2までの間であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項4】 請求項3において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3/4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項5】 請求項3において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐

出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項6】 請求項2~5の何れかにおいて、前記第2の収縮工程の印加時間が1/3Tc以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項7】 請求項1において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項8】 請求項1~7の何れかにおいて、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項9】 請求項8において、前記第1の収縮工程の印加時間が、1/2Tc以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項10】 請求項8又は9において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項11】 請求項8~10の何れかにおいて、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項12】 ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を膨張又は収縮させて前記ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準備を行う準備工程と、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第1の収縮工程を実行し、前記準備工程での駆動信号の印加時

問が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcの1/2以下で、且つ第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の50%以下である駆動信号を前記圧電素子に出力する駆動手段とを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項13】 請求項12において、前記駆動手段は、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項14】 請求項13において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から最も深く後退する時点t2までの間であることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項15】 請求項14において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3/4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項16】 請求項14において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項17】 請求項12において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項18】 請求項12～17の何れかにおいて、前記駆動手段は、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるよう前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項19】 請求項18において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcであることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項20】 請求項18又は19において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項21】 請求項12～20の何れかにおいて、前記駆動手段が実行する一連の前記各工程の開始前後の状態では、前記圧電アクチュエータに所定の電圧が印加されていることを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項22】 請求項12～21の何れかにおいて、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに所

定の電圧を印加して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項23】 請求項12～22の何れかにおいて、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに印加した所定の電圧を解除して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】 本発明の第4の態様は、第3の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3/4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】 本発明の第5の態様は、第3の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点t1から $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】 本発明の第6の態様は、第2～5の何れかの態様において、前記第2の収縮工程の印加時間が1/3Tc以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。かかる第6の態様では、高速安定駆動を実現できると共に、小さなインク滴をより効果的に吐出することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】 本発明の第7の態様は、第1の態様において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。かかる第7の態様では、インク吐出後ゆるやかに基準状態に戻る。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるよう前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。かかる第8の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】本発明の第9の態様は、第8の態様において、前記第1の収縮工程の印加時間が、 $1/2 T_c$ 以下であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。かかる第9の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】本発明の第10の態様は、第8又は9の態様において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期 T_c であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】かかる第10の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】本発明の第11の態様は、第8～10の何れかの態様において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させ

る第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】かかる第11態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】本発明の第12の態様は、ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室に付設された圧電素子を駆動することにより前記圧力発生室を膨張又は収縮させて前記ノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、前記圧力発生室を膨張させてメニスカスを後退させ、インク吐出の準備を行う準備工程と、前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口からインクを吐出させる第1の収縮工程を実行し、前記準備工程での駆動信号の印加時間が前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期 T_c の $1/2$ 以下で、且つ第1の収縮工程の収縮量が前記準備工程での膨張量の50%以下である駆動信号を前記圧電素子に出力する駆動手段とを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】かかる第12の態様では、小さなインク滴を効果的に吐出することができる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】本発明の第13の態様は、第12の態様において、前記駆動手段は、前記第1の収縮工程の反動によるメニスカスの後退を低減するように前記圧力発生室を収縮させる第2の収縮工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】かかる第13の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを抑えて次のインク吐出に備えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】本発明の第14の態様は、第13の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から最も深く後退する時点 t_2 までの間であることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】かかる第14の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みを有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】本発明の第15の態様は、第14の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から $[t_1 + (t_2 - t_1) \times 3 / 4]$ の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】かかる第15の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】本発明の第16の態様は、第14の態様において、前記第2の収縮工程の開始時点は、前記ノズル開口からインク滴の先端が吐出された後、メニスカスが後退し始める時点 t_1 から $[t_1 + (t_2 - t_1) / 2]$

の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの駆動方法にある。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】かかる第16の態様では、インク吐出後のメニスカスの引き込みをさらに有効に抑えることができ、高速安定駆動が実現できる。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】本発明の第17の態様は、第12の態様において、前記第1の収縮工程の後、前記準備工程の前の基準状態を含むある既定の状態にゆるやかに収縮する工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正内容】

【0037】かかる第17の態様では、インク吐出後ゆるやかに既定の状態に戻る。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正内容】

【0038】本発明の第18の態様は、第12～17の何れかの態様において、前記駆動手段は、前記第2の収縮工程後、または前記既定の状態に戻ってから、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】かかる第18の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動を有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】本発明の第19の態様は、第18の態様において、前記第1の収縮工程が開始されてから前記第1の膨張工程が開始されるまでの時間が、実質的に前記圧力発生室のヘルムホルツ振動周期Tcであることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正内容】

【0041】かかる第19の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】本発明の第20の態様は、第18又は19の態様において、前記第1の膨張工程の後、インク吐出後の振動を抑えるように前記圧力発生室を収縮させる第3の収縮工程を具備するインクジェット式記録装置にある。

【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】かかる第20の態様では、インク吐出後のメニスカスの振動をさらに有効に抑えて次のインク吐出に備えることができる。

【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】本発明の第21の態様は、第12～20の何れかの態様において、前記駆動手段が実行する一連の前記各工程の開始前後の状態では、前記圧電アクチュエータに所定の電圧が印加されていることを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正31】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】かかる第21の態様では、圧電素子への電圧の印加又は解除による変形により、圧力発生室を収縮させ、インクを吐出する。

【手続補正32】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】本発明の第22の態様は、第12～21の何れかの態様において、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに所定の電圧を印加して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正33】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正内容】

【0047】かかる第22の態様では、圧電素子への電圧の印加により膨張させた圧力発生室を、電圧の解除により収縮させることにより、インクを吐出する。

【手続補正34】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】本発明の第23の態様は、第12～22の何れかの態様において、前記圧力発生室の収縮は、前記圧電アクチュエータに印加した所定の電圧を解除して変形させることにより行うことを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【手続補正35】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】かかる第23の態様では、圧電素子への電圧の印加により膨張させた圧力発生室を、電圧の解除により収縮させることにより、インクを吐出する。

【手続補正36】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正内容】

【0077】図4(b)に詳細を示す駆動信号(COMout)の波形の一例は、より少ないインク滴を吐出させるに適した駆動波形である。この駆動信号は、下電極4と上電極6との間の電圧を、印字状態に入る前に0Vから最高電圧V_H、例えば、30V程度にゆっくり立ち上げて維持して、圧力発生室2が最も収縮した状態を保持する第1のホールド工程aを有する。なお、この駆動信号は、この最高電圧V_Hから始まり、後述するように印字中、必要に応じて所定の電圧を印加し、印字終了

後に最高電圧 V_H から0Vに電圧を下げる。

【手続補正37】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正内容】

【0096】この駆動波形は、下電極4と上電極6との間の電圧を第2中間電圧 V_{M2} 、例えば15V程度に維持して、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持する第1のホールド工程a2を有し、その後、準備の収縮工程b21で両電極間の電圧を

最高電圧 V_H 、例えば30V程度に上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態に保持する準備のホールド工程b22を経て、両電極間の電圧を最低電圧 V_L 、例えば0V程度に下げる準備の膨張工程b23を行うものである。さらに、第2の収縮工程f2で両電極間の電圧を最高電圧 V_H に上げ、圧力発生室2が最も収縮した状態を保持する第4のホールド工程g2を経て、第1の膨張工程h2で再び両電極間の電圧を第2中間電圧 V_{M2} に下げて、圧力発生室2が最も収縮した状態と最も膨張した状態の略中間を保持するホールド工程k2を有する。